

подають синхронізуючі імпульси, як це зроблено, наприклад, у безцентрових АСУДР 2-1.

1.W.von Stein. Traffic flow with pre-signal and signal funnel. Theory of traffic flow. Amsterdam: Elsevier, 1961, pp. 28 - 56.

2.Координированное регулирование уличного движения / В.М.Полукаров, В.Е.Пятаков, П.В.Рушевский, А.А.Шалатов. – М.: ВНИИБД МВД СССР, 1972. –56 с.

3.Ересов В.И. Повышение эффективности светофорного регулирования методом пассивной координации // Проблемы разработки и внедрения автоматизированных систем управления дорожным движением: Сб. науч. трудов 2-го Всесоюз. семинара. – Омск: Дом науки и техники Союза НИО СССР, 1990. – С.28-31.

*Отримано 24.05.2004*

УДК 656.256

**М.В.ЛЯХОВ**

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

## **УПРАВЛЕНИЕ ЭСКАЛАТОРНЫМИ УСТАНОВКАМИ ХАРЬКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА**

Рассматриваются актуальные проблемы внедрения ресурсосберегающих технологий на эскалаторных установках Харьковского метрополитена.

Важным условием повышения эффективности функционирования метрополитена является снижение энергозатрат при сохранении объема перевозок. Наиболее энергоемким потребителем метрополитена являются эскалаторные установки.

Известен ряд механических и электромеханических устройств, предназначенных для экономии электроэнергии, расходуемой тяговыми приводами эскалатора, но из-за своей сложности и низкой надежности они не получили практического применения на метрополитене, где чрезвычайно высокие требования к безопасности массовых пассажирских перевозок [1-3].

Целью настоящей работы является анализ существующего положения и разработка комплекса средств, направленного на сбережение энергоресурсов при эксплуатации метрополитенов.

В современных условиях при внедрении ресурсосберегающих технологий главным методом управления технологическим оборудованием метрополитена становится адаптивное управление, основной принцип которого заключается в постоянном поддержании соответствия между потребностями в пассажирских перевозках и имеющимися в наличии энергетическими, материальными и другими ресурсами.

На Харьковском метрополитене эксплуатируется 45 эскалаторных установок с мощностью асинхронных электродвигателей от 40 до

132 кВт. В среднем за год эскалаторная установка расходует электроэнергии на сумму 55 тыс. грн. В связи с ростом тарифов на оплату электроэнергии и введением ограничений на ее подачу остро встал вопрос о пересмотре режимов работы эскалаторных установок с целью экономии энергоресурсов и увеличения времени их межремонтного пробега.

Основным показателем работы эскалаторов является производительность. Системный анализ эскалаторных установок как технологического объекта управления показывает, что его производительность в основном зависит от ширины ступеней, скорости движения лестничного полотна, а также от характера движения и параметров пассажирских потоков на подходе к эскалатору. Теоретическую производительность эскалатора  $Q_T$  при заполнении всех ступеней лестничного полотна и при отсутствии передвижения пассажиров по ступеням можно определить по формуле [4]

$$Q_T = 3600 \frac{n \cdot V}{t_{CT}}, \text{ пасс./ч}, \quad (1)$$

где  $n$  – количество пассажиров, размещающихся на одной ступени;  $V$  – скорость движения лестничного полотна (ступеней), м/с;  $t_{CT}$  – шаг ступеней лестничного полотна, м.

Однако на практике фактическая производительность существенно отличается от теоретической. Это обусловлено тем, что скорость движения лестничного полотна влияет на плотность заполнения эскалатора. Заполнение лестничного полотна зависит также от условий посадки: величины и конфигурации вестибюлей и направляющих барьеров, находящихся перед входом на эскалатор, ширины ступеней. Фактическая производительность эскалатора зависит от интенсивности пассажирских потоков, характеризующихся сезонной, недельной и внутрисуточной неравномерностью [5].

Влияние каждого из перечисленных факторов на производительность эскалатора достаточно не изучено, поэтому пользуются экспериментально определяемым коэффициентом заполнения лестничного полотна  $\varphi$ , учитывающим влияние всех факторов [5].

В связи с этим фактическая производительность эскалатора определяется по формуле

$$Q_\Phi = Q_T \cdot \varphi \quad (2)$$

или [6]

$$Q_{\phi} = 3600 \frac{n \cdot V \cdot \phi}{t_{CT}}. \quad (3)$$

Непосредственно от скорости движения лестничного полотна зависит периодичность ремонтных работ, так как пробег эскалатора определяется произведением его скорости на время работы. В связи с высокой стоимостью ремонтных работ, а также значительным неудобством, причиняемым пассажирам при остановке эскалаторов на время ремонта, представляет интерес определить возможность увеличения межремонтных периодов за счет уменьшения скорости движения лестничного полотна в периоды времени с низкой загрузкой эскалаторных установок.

Обследование пассажирской загрузки эскалаторных установок было проведено на станциях Харьковского метрополитена: «Завод им. Малышева», «Спортивная», «Исторический музей», «Университет» и «Пушкинская». Учитывая наличие на городском пассажирском транспорте сезонной, недельной и внутрисуточной неравномерности пассажиропотоков, обследования проводили в зимний и летний периоды, в будние и выходные дни.

На основании полученных данных о пассажирской загрузке было определено общее время работы эскалаторных установок с разной степенью загрузки в процентном отношении к паспортной провозной способности.

Отдельные эскалаторные установки Харьковского метрополитена работают с использованием своей провозной способности менее чем 10% до 18 ч в сутки в выходные дни («Завод им. Малышева», «Спортивная», «Пушкинская»), 10-20% – до 10 ч («Университет», «Исторический музей»). Наибольшее использование провозной способности эскалатора (48%) наблюдается на станции «Университет» с 8 до 9 ч.

В ходе выполнения работы была определена зависимость силы тока от коэффициента загрузки эскалаторной установки. Исследование данной зависимости проводилось на эскалаторах, работающих на подъем, станции «Исторический музей» с электродвигателем главного привода типа 4АНК315М8У3.

Характер изменения пассажиропотока в пиковый период времени приведен на рис.1.

Как видно из рис.1, интенсивность поступления пассажиров на эскалатор имеет колеблющийся характер, который зависит от интервалов движения поездов. При этом эскалаторная установка в час пик должна обеспечивать полный вывоз пассажиров до прибытия следую-

щего состава, то есть в определенные периоды времени  $K_3 = 0$ . Это наблюдается не всегда, поскольку станция «Исторический музей» входит в состав пересадочного узла со станцией «Советская».

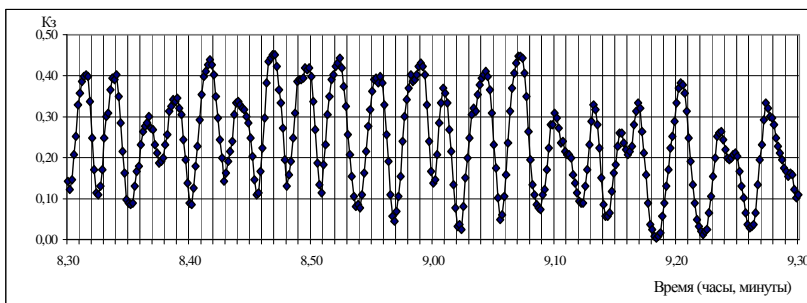


Рис.1 – График изменения коэффициента заполнения эскалатора №3 (подъем) станции «Исторический музей»

Измерения силы тока тягового двигателя, в зависимости от коэффициента заполнения лестничного полотна, производились с использованием самописца уровня 02013 фирмы Messelektronik LOTTO (Германия) класса точности 0,5. Данные измерений приведены на рис.2.

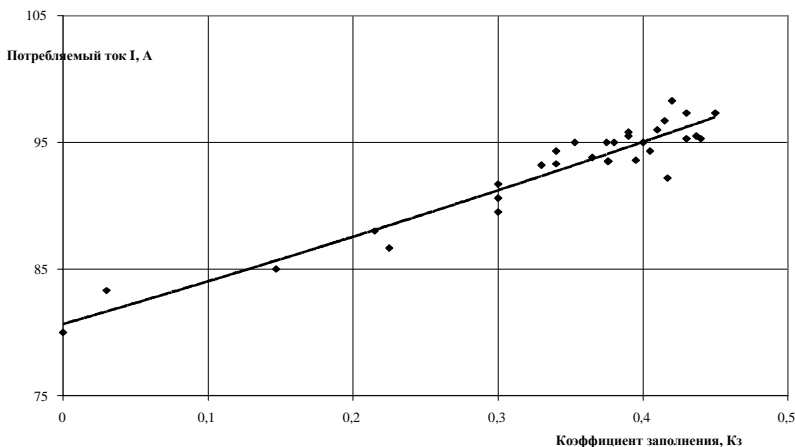


Рис.2 – Потребляемый ток двигателем эскалаторной установки в зависимости от коэффициента заполнения

В результате полученных экспериментальных данных была предложена формула, выражающая зависимость между током двигателя и загрузкой эскалатора. В области значений коэффициента заполнения

от 0 до 0,5 эта зависимость имеет экспоненциальный вид и описывается уравнением

$$I_D = 80,67 \cdot e^{0,41 \cdot K}.$$

Выборочный коэффициент корреляции, который определяет тесноту корреляционной связи, равен  $R^2 = 0,918$ . Расхождение между фактической и расчетной величиной потребляемого тока не превышает 2%.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

- на всех эскалаторных установках обследуемых станций имеется значительный резерв провозной способности;
- неэффективно используется ресурс эскалаторных установок;
- учитывая величину и характер изменения коэффициентов загрузки эскалаторов во времени, целесообразно рассмотреть вопрос регулирования скорости движения лестничного полотна в зависимости от интенсивности пассажиропотоков.

В результате проведенных исследований можно предложить способ управления скоростью движения лестничного полотна в зависимости от силы тока тягового двигателя. Литературные данные [6, 7], а также данные исследований с учетом Правил [8] показывают, что оптимальная скорость движения лестничного полотна лежит в пределах 0,5-0,75 м/с. Для реализации такого способа управления могут быть применены частотные преобразователи.

1.Андреев Н.К. Эскалатор для метро / Пат. России №2011627, В66В 23/02. Оpubл. БИ №8 от 30.04.94.

2.Шабайнович Н.В. Привод системы эскалаторов / Авт. свид. СССР №1650556, В66В 21/02. Оpubл. БИ №19 от 23.05.91.

3.Бекасов В.И., Кутын А.И., Еремеев Ю.М. Устройство для управления работой дорожек эскалатора / Авт. свид. СССР №1371958, В66В 25/00. Оpubл. БИ №5 от 07.02.88.

4.Олейник М.А., Поминов И.Н. Эскалаторы. – М.: Машиностроение, 1973. – 256 с.

5.Еремеев Ю., Белов Е., Исаевич И., Барановская Т. Выбор оптимальной производительности эскалаторов // Метрострой. – 1989. – №1. – С. 23-25.

6.Якушкин И.М. Пассажирские перевозки на метрополитенах. – М.: Транспорт, 1982. – 175 с.

7.Адамович В.В., Бархин Б.Г., Варезкин В.А. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений. – М.: Стройиздат, 1984. – 543 с.

8.Правила устройства и безопасной эксплуатации эскалаторов. – М.: Metallургия, 1980. – 32 с.

*Получено 29.06.2004*